



Calidad del agua en la salud humana y de los ecosistemas

Gloria Vilaclara

División de Investigación y Posgrado
FES Iztacala, UNAM



¿De qué manera la calidad del agua influye en la salud humana y de los ecosistemas?

(¿Cómo los seres humanos influimos en la calidad del agua y de los ecosistemas?)

¿Qué acciones (sociales, ambientales, económicas, jurídicas, médicas, tecnológicas, etc.) tendrían que implementarse para mejorar la calidad del agua?



El término “**calidad de agua**” es técnico y operativo, porque se basa en la valoración de la adecuación del agua para usos que el ser humano establece previamente, según los beneficios que puedan obtener de ella.

Tanto algunos procesos naturales como la contaminación de origen antropogénico llegan a alterar la calidad del agua, con impacto en los ecosistemas y la sociedad humana. Si integramos las diversas fuentes de alteración, podemos generar una definición de “**contaminación**” *sensu amplio* que puede facilitar el entendimiento de cómo y por qué se genera la pérdida de calidad de agua:



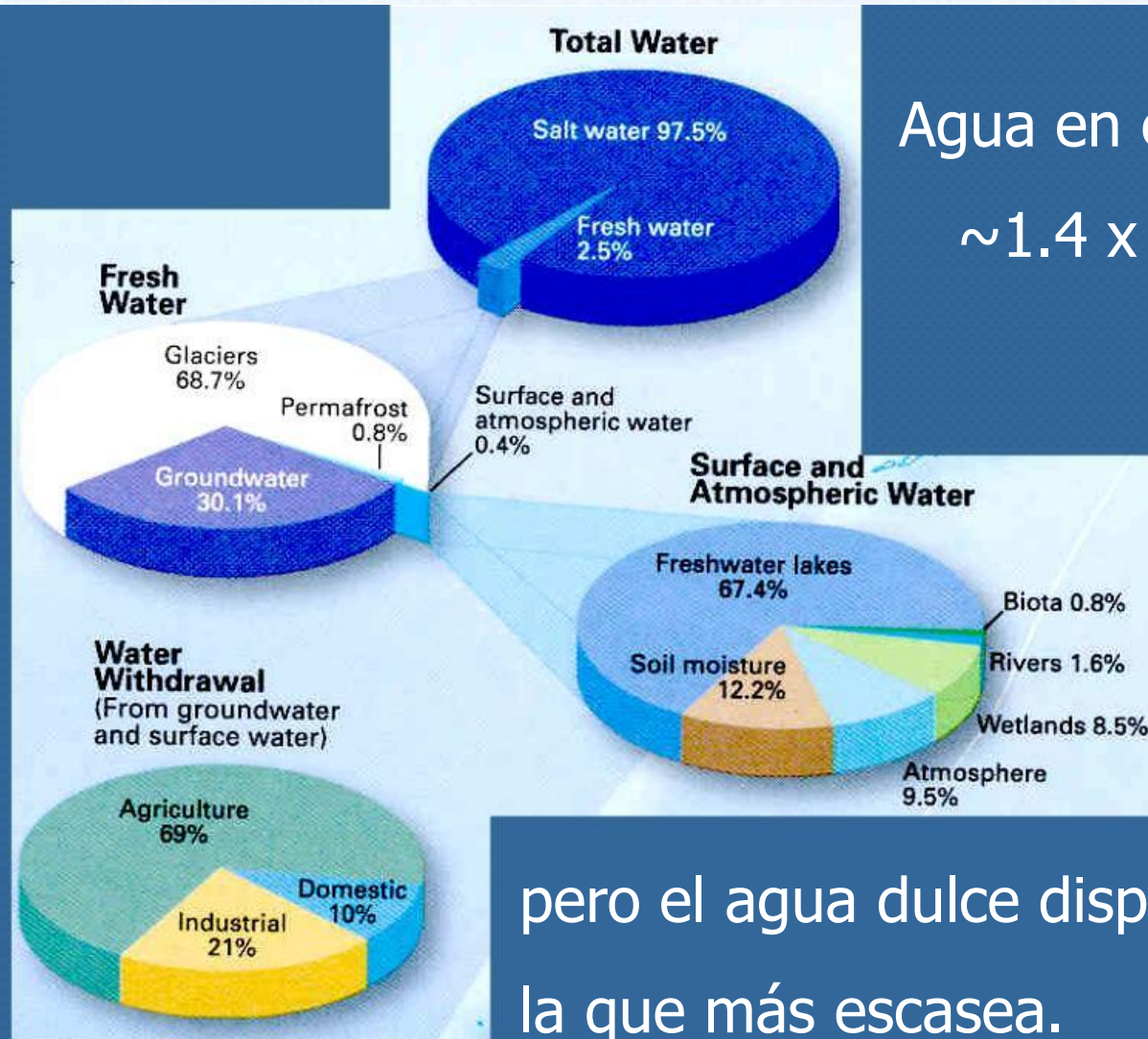
Alteración de la Calidad del Agua (alteración del ecosistema acuático)

Se considera que un sistema acuático está contaminado, cuando una perturbación masiva y acelerada por parte de agentes externos, antrópicos o naturales (principalmente la introducción –a veces también extracción- de componentes bióticos -organismos- o abióticos -sustancias y/o energía-), lo desplaza fuera de su estado promedio de equilibrio, **alterando sus condiciones de manera que sufre una simplificación o pérdida de complejidad**, mayor cuanto más intensa haya sido la perturbación.

Devastación del Spirit Lake tras la erupción del Mount Saint Helens (1980)



Muchos procesos productivos humanos se encuentran estrechamente ligados a la disponibilidad de agua dulce, por ende, dependen de y afectan la calidad del agua.



Agua en el planeta:

$\sim 1.4 \times 10^9 \text{ km}^3$

pero el agua dulce disponible es la que más escasea.

Una pregunta central que preocupa a la humanidad

¿Cómo sostendremos a una creciente población humana?

CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN MUNDIAL

Regiones en desarrollo
Regiones industrializadas

Se llegó a 7,000 millones de habitantes en el planeta en 2011.

A mediados de noviembre de 2016 somos:

~ 7,465,126,000 personas vivas en el planeta.

~ 129,261,000 habitantes en México.

Se calcula alcanzar los 8,000 millones *ca.* 2023.



Fuente: Atlas de Le Monde Diplomatique. Datos referidos a 2000. Elaboración propia
Departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio (DUyOT). Rafael Córdoba Hernández

Una pregunta central que preocupa a México

¿Cómo sostendremos a una creciente población humana?

Population of Mexico (2016 and historical)

Year	Population	Yearly % Change	Yearly Change	Migrants (net)	Median Age	Fertility Rate	Density (P/Km ²)	Urban Pop %	Urban Population	Country's Share of World Pop	World Population	Mexico Global Rank
2016	128,632,004	1.27 %	1,614,780	-109,918	27.8	2.26	66	78.3 %	100,696,829	1.73 %	7,432,663,275	10
2015	127,017,224	1.38 %	1,679,936	-104,700	27	2.29	65	78.1 %	99,244,722	1.73 %	7,349,472,099	10
2010	118,617,542	1.57 %	1,773,927	-81,900	26	2.43	61	77.3 %	91,745,303	1.71 %	6,929,725,043	11
2005	109,747,906	1.31 %	1,387,863	-568,200	24	2.63	57	77 %	84,497,584	1.68 %	6,519,635,850	11
2000	102,808,590	1.72 %	1,676,329	-368,900	23	2.89	53	75.5 %	77,616,883	1.68 %	6,126,622,121	11
1995	94,426,946	1.98 %	1,763,508	-260,600	21	3.25	49	74.1 %	69,987,292	1.65 %	5,735,123,084	11
1990	85,609,404	2.06 %	1,657,352	-307,200	20	3.75	44	71.8 %	61,475,379	1.61 %	5,309,667,699	11
1985	77,322,643	2.21 %	1,598,334	-303,800	18	4.37	40	69.4 %	53,683,870	1.59 %	4,852,540,569	12
1980	69,330,974	2.64 %	1,691,715	-242,400	17	5.4	36	67.3 %	46,671,720	1.56 %	4,439,632,465	12
1975	60,872,399	3.19 %	1,768,508	-180,000	17	6.71	31	63.6 %	38,727,656	1.5 %	4,061,399,228	12
1970	52,029,859	3.12 %	1,481,364	-124,000	17	6.75	27	60.1 %	31,274,098	1.41 %	3,682,487,691	14
1965	44,623,041	3.17 %	1,289,785	-40,000	18	6.75	17	55.8 %	24,905,288	1.34 %	3,322,495,121	16
1960	38,174,114	3.2 %	1,113,787	-58,000	17	6.78	20	51.4 %	19,629,618	1.26 %	3,018,343,828	16
1955	32,605,178	3.08 %	918,524	-40,000	18	6.75	17	47.1 %	15,360,488	1.18 %	2,758,314,525	16

The Population of Mexico (1950 - 2016) chart plots the total population count as of July 1 of each year, from 1950 to 2016.

Source: **Worldometers** (www.Worldometers.info)

Elaboration of data by United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. [World Population Prospects: The 2015 Revision](#). (Medium-fertility variant).

Una pregunta central que preocupa a México

¿Cómo sostendremos a una creciente población humana?

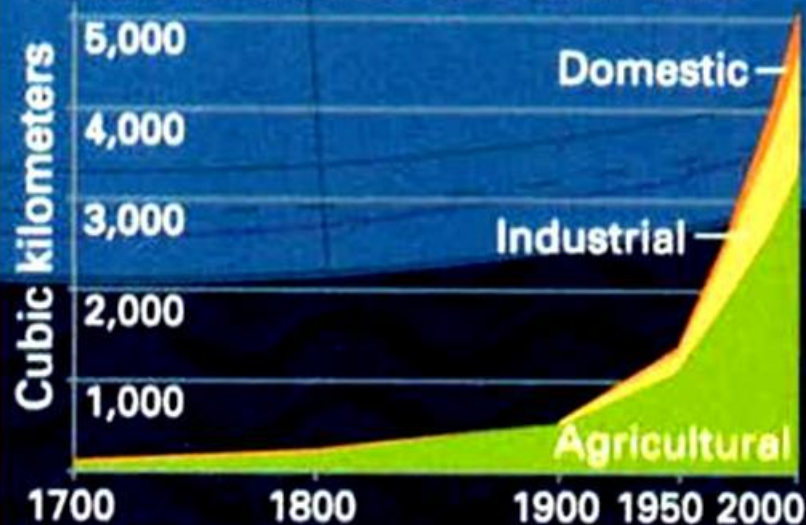
Mexico Population Forecast

Year	Population	Yearly % Change	Yearly Change	Migrants (net)	Median Age	Fertility Rate	Density (P/Km ²)	Urban Pop %	Urban Population	Country's Share of World Pop	World Population	Mexico Global Rank
2020	134,837,046	1.2 %	1,563,964	-109,900	29	2.14	69	78.8 %	106,297,564	1.74 %	7,758,156,792	10
2025	141,923,538	1.03 %	1,417,298	-112,700	31	2.01	73	79.6 %	112,981,354	1.74 %	8,141,661,007	9
2030	148,132,559	0.86 %	1,241,804	-115,500	33	1.9	76	80.3 %	119,016,210	1.74 %	8,500,766,052	9
2035	153,404,171	0.7 %	1,054,322	-121,300	35	1.82	79	81 %	124,245,356	1.74 %	8,838,907,877	9
2040	157,762,242	0.56 %	871,614	-121,300	37	1.76	81	81.5 %	128,609,814	1.72 %	9,157,233,976	10
2045	161,212,809	0.43 %	690,113	-121,400	39	1.73	83	82 %	132,138,956	1.71 %	9,453,891,780	11
2050	163,753,801	0.31 %	508,198	-121,400	41	1.72	84	82.3 %	134,827,995	1.68 %	9,725,147,994	11

Source: **Worldometers** (www.Worldometers.info)

Elaboration of data by United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. [World Population Prospects: The 2015 Revision](#). (Medium-fertility variant).

Total freshwater use over time



Thirstier World

Because of irrigated agriculture, the industrial revolution, and a population explosion, humans use 45 times as much water as they did three centuries ago. Irrigation, which accounts for 70 percent of water use, grows 40 percent of the world's food and makes it possible to feed the planet's 7 billion people.

Cambios netos en el uso principal del suelo (millones de ha)

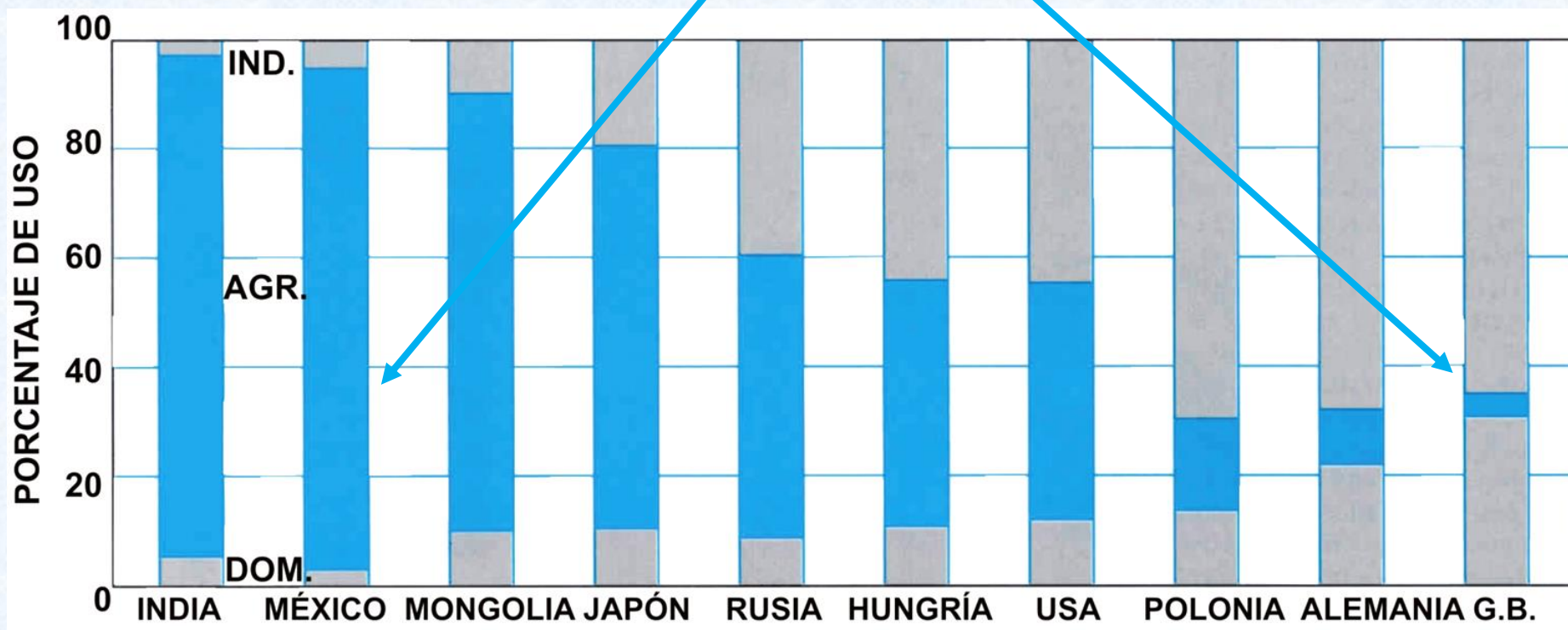
	1961	2009	Incremento neto 1961-2009
Suelo cultivado	1 368	1 527	12%
• temporal	1 229	1 226	- 0.2%
• irrigado	139	301	117%

Fuente: FAO. 2010. AQUASTAT database on <http://www.fao.org/nr/aquastat>

FAO. 2010. FAOSTAT database. <http://faostat.fao.org>

La agricultura hace uso del 11% de la superficie terrestre del mundo para la producción de cultivos, y el 70% del agua total extraída de los acuíferos, ríos y lagos (<http://www.fao.org/docrep/018/i1688s/i1688s00.htm>).

¿Cuál será el factor de más peso para las diferencias de uso relativo del agua disponible en cada país?

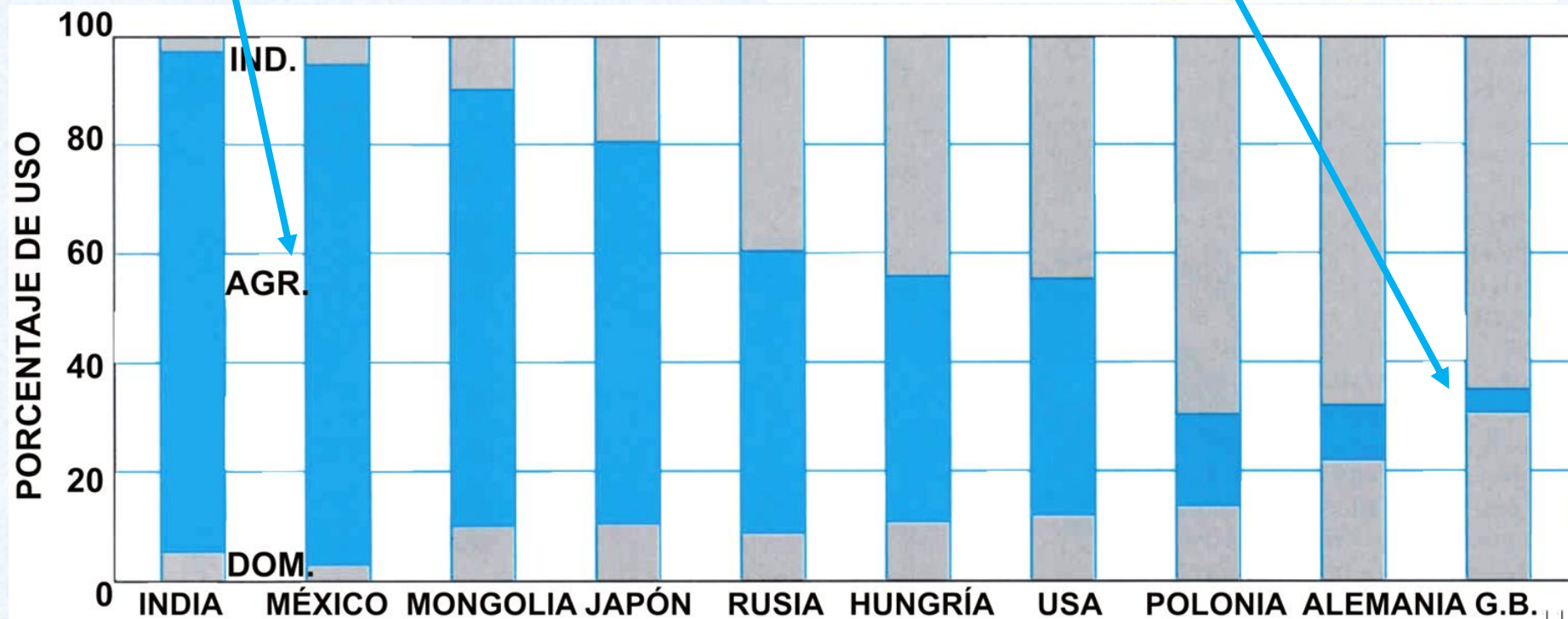


Contraste entre el desarrollo y la disponibilidad de agua



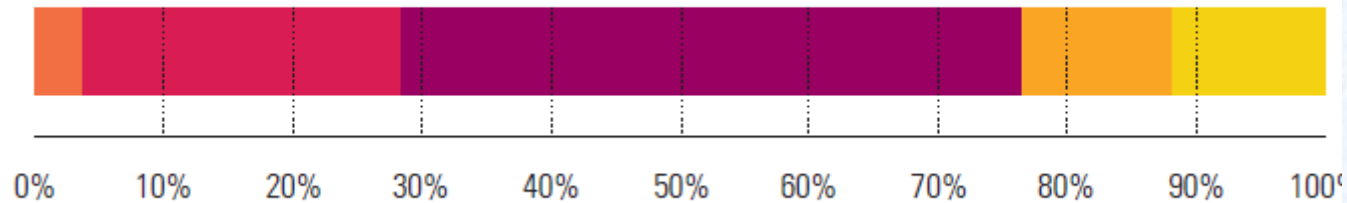
Promedio Nacional
4 505 m³/hab/año

Fuente: Integrado por la Subdirección General de Programación, CONA.



Threat type frequency for 449 declining freshwater populations in the LPI database showing 781 recorded threats
 Each population has up to three threats recorded, so the total number of recorded threats exceeds the number of populations (WWF/ZSL, 2016).

FRESHWATER SPECIES (449 populations)



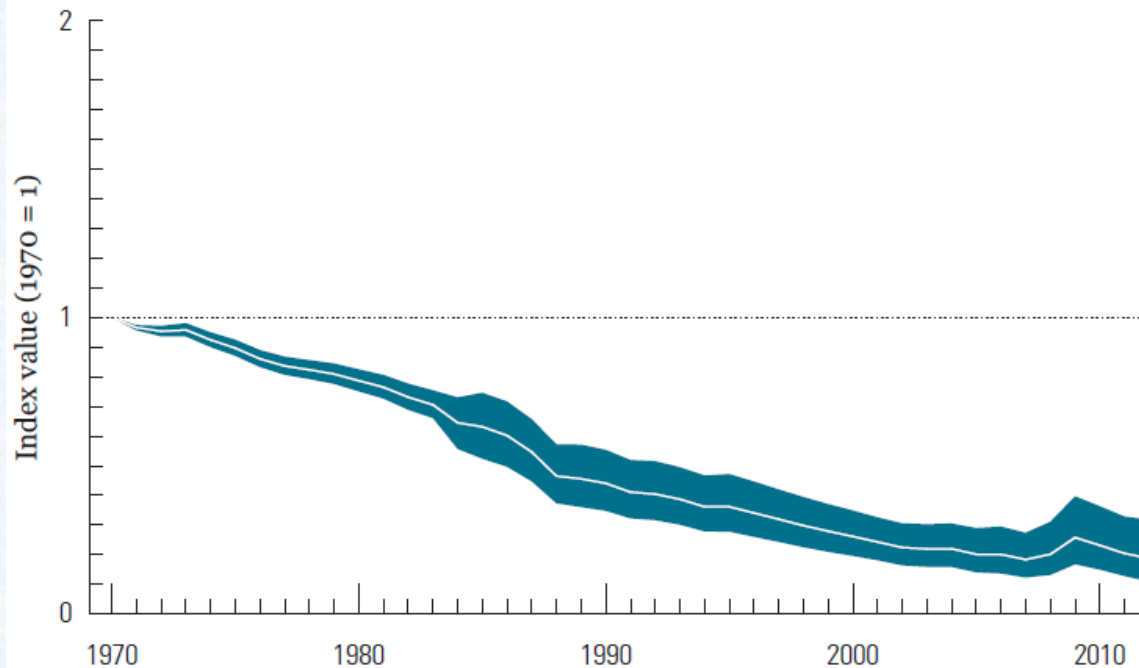
WWF, Living Planet Report 2016: Risk and Resilience in a new era.

LPI: Living Planet Index

Key

- Climate change
- Overexploitation
- Habitat loss / degradation
- Invasive species and disease
- Pollution

881 freshwater species.



freshwater LPI shows a decline of 81 per cent (range: -68 to -89 per cent) between 1970 and 2012

Trend in population abundance for 3,324 populations of 881 freshwater species monitored across the globe between 1970 and 2012 (WWF/ZSL, 2016).

Key

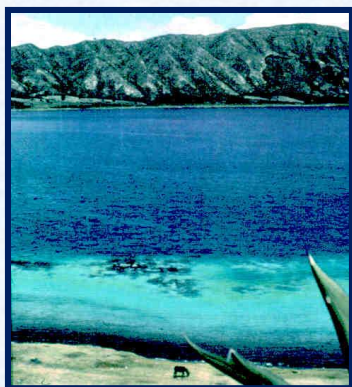
- Freshwater Living Planet Index
- Confidence limits

El aumento de las prácticas de irrigación, tan necesarias para garantizar la seguridad alimentaria, sobre todo en regiones con precipitación insuficiente, conlleva frecuentemente el deterioro de la capacidad de los ecosistemas acuáticos para mantener su integridad.



En México tenemos múltiples ejemplos, pero nos centraremos en dos regiones agrícolas:

la Cuenca de Libres-Oriental (Puebla, Tlaxcala y Veracruz)
y el Valle de Santiago (Guanajuato).

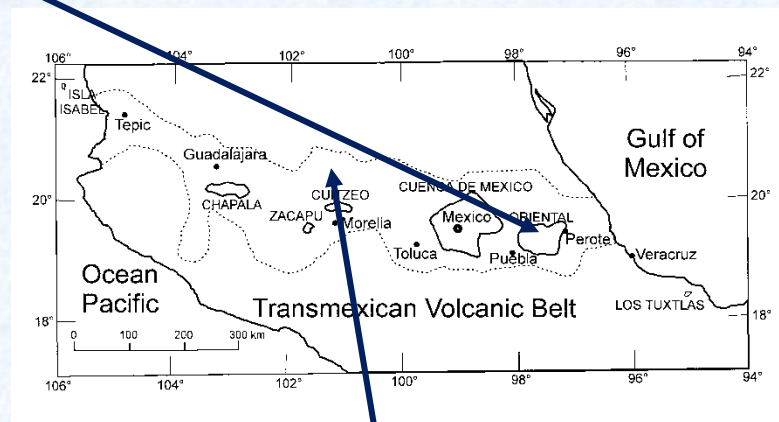


<1979



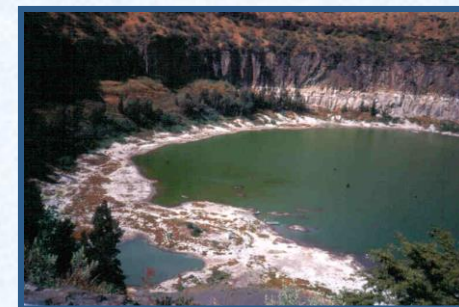
>2000

Alchichica, Cuenca Oriental.
 $z \sim 60$ m



La Alberca, Valle de Santiago,

0.5-2.5 m anuales de abatimiento del
 manto freático (Alcocer *et al.* 2000).



En estos casos, el peligro real es el cambio de calidad del agua e incluso la desaparición de los lagos por abatimiento de los mantos freáticos, pero también por índices Precipitación/ Evapotranspiración < 1 (cambio climático).

LAGOS MAARS DE LA CUENCA DE ORIENTAL, PUE.: ALCHICHICA

Se han descrito 5 especies
microendémicas:

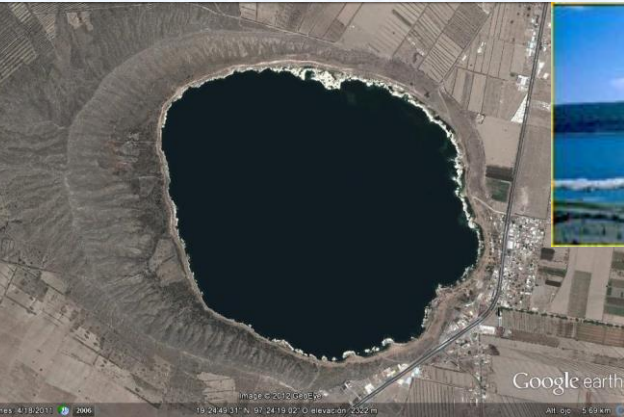
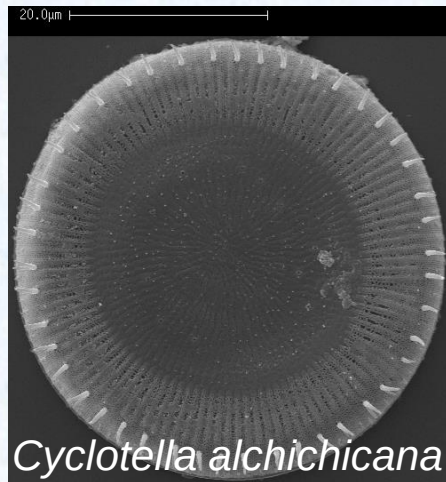


Foto: Alfonso Lugo



Leptodiaptomus garciai



Cyclotella alchichicana

Caecidotea williamsi

Foto: Javier Alcocer



C. WILLIAMS ES EL PRIMER INSECTO ANÉPIDO DESCRITO PARA AGUAS SALINAS EN EL CONTINENTE AMERICANO. VIVE CRÍPTICAMENTE ENTRE LOS ESTROMATOLITOS. ES EL CUARTO ORGANISMO ENDEMICO DESCRITO (ESCOBAR-BRIONES & ALCOCER, 2002) PARA EL LAGO ALCHICHICA. (FOTOS: ELVA ESCOBAR).

Foto: Javier Alcocer



Ambystoma taylori

Foto: Javier Alcocer



Poblana alchichica

Aun cuando la relación de la precipitación anual con el número de habitantes hace de México un país aparentemente sin déficit de agua, la muy desigual distribución de la población y la precipitación origina graves problemas en el suministro de agua y en la conservación de su calidad o, incluso de la integridad del recurso acuático. Esta situación se ve empeorada por un cambio climático desfavorable.



Lo anterior apunta a fuertes riesgos para la población del país, en cuanto al suministro y la calidad del agua disponible.



¿Qué acciones llevar a cabo?

Las acciones deben de incidir a nivel regional y local,
y han de enfocarse a un uso sostenible de los
ecosistemas involucrados.



Día Mundial del Agua

- Recomendación de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Capítulo 18 de la Agenda 21) en 1992:

Fomentar la conciencia pública a través de la producción y difusión de documentales y la organización de conferencias, mesas redondas, seminarios y exposiciones relacionadas con la conservación y desarrollo de los recursos hídricos ...

Perspectivas: una agricultura climáticamente inteligente



Una agricultura climáticamente inteligente es aquella que incrementa de manera sostenible la productividad, la resiliencia (adaptación), reduce los GEI (mitigación) y fortalece los logros de metas nacionales de desarrollo y de seguridad alimentaria.
(GEI: Gases de efecto invernadero)

<http://www.rlc.fao.org/es/agenda/wwd-2012/>; Kiersch, Roman y Van Wambeke, 2012



¿Debería de incluir: y eficientiza los sistemas de riego para minimizar el impacto negativo en los cuerpos de agua?

Perspectivas: Disminuir los consumos agrícolas, industriales y domésticos

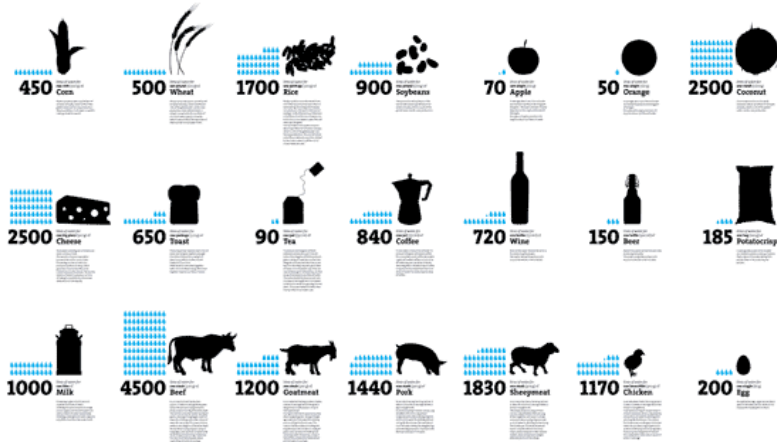
Agua Virtual:

Agua utilizada para producir productos agrícolas o industriales se denomina el agua virtual del producto.

Usualmente se expresa en volumen de agua (litros) utilizado por producto generado o servicio prestado.

VIRTUAL WATER

inside products



Huella Hídrica:

La huella hídrica de una entidad (persona, empresa, país...) se define como el volumen total de agua dulce usada para producir los bienes y servicios consumidos por dicha entidad.

La huella hídrica se expresa por lo general en términos de volumen (m^3) de agua utilizada por entidad y por año.

What you eat
+ What you buy
+ What you use



YOUR WATER FOOTPRINT





Agua Virtual

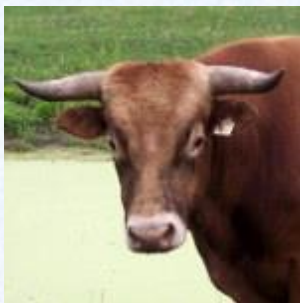
Huella Hídrica



1 manzana



~75 litros de agua



1 Kilo de carne de res



x 200

>15000 LITROS DE AGUA



<http://www.rlc.fao.org/es/agenda/wwd-2012/>; Kierscch, Roman y Van Wambeke, 2012 (modificado)

En general, los efectos antropocéntricos se caracterizan por ACELERAR LOS PROCESOS DE CAMBIO NATURALES EN LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS, específicamente degradándolos, así como a su calidad del agua.

Dado que la especie humana es de las más afectadas por sus propias actividades, resulta imperativo un cambio de paradigma en la concepción de uso sostenible de los recursos, incluida el agua, enfocado a la **conservación de los Socio-Eco-Sistemas** (o ecosistemas bajo la influencia humana), **enfaticando los servicios ambientales (servicios ecosistémicos) que ofrecen los recursos naturales** (en este caso, sistemas acuáticos resilientes), a la par de **mantener inalterados aquellos sistemas más vulnerables como área natural protegida.**